

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Biochimie de la Nutrition

Intitulé du thème :

*Etude des caractéristiques physicochimiques et
de quelques lignées d'haricots (Phaseolus
vulgaris L.) sélectionnés a l'INRAA de SBA*

Présenté par : Melle Akabli khadidja

Melle Draï Farida

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr BENABDERAHMANE MOKHTARr (M.C.A/ UDL/SBA)

Examineur : Dr MEHIDA HAYET MCA UDL /SBA

Promoteur : Mr ZAIRI MOHAMED M.C.A/ UDL/SBA

Co-Promoteur : Mme HAMDY SAMIA attaché de recherche INRA/SBA

Année universitaire 2019 - 2020 Session : « Septembre »

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, la patience et nous a guidé à réaliser ce modeste travail.

Nos plus vifs remerciements s'adressent en premier lieu à notre promoteur Monsieur ZAÏRI Mohamed pour avoir accepté de nous encadrer. On vous remercie pour tous vos conseils et directives.

On remercie également Mme HAMDI Samia. Qui nous a beaucoup aidé durant la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également à Dr BEN ABDELAHMANE Mokhtar pour avoir accepté de présider le jury et d'évaluer ce travail.

Nous tenons aussi à remercier Dr MEHIDA Hayet pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressent également nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puisent, j'ai peut achever ce modeste travail que je dédie :
A mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et
ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et
mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez
depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A la meilleure femme au monde, la lumière des mes yeux, maman.
Pour son sacrifie et soutienne qui mon donne confiance, courage et sécurité, tout le
vocabulaire français ne me suferas jamais pour te décrire avec justesse.

A mes très chers frères,. Malik Hamza Abbas Rahim merci pour tous que
vous avez faits pour moi.

Ames très chers soeurs, Fatima Rokia Mariem .

A ma belle mère, pour son soutienne, son encouragement, que Dieu vous protège
maman.

A tout la famille AKABLI.

A mon très cher binôme Farida ainsi que sa famille.

A mes amis, en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables
que nous avons passés ensemble, particulièrement Hadjer Romaiassa Farida Pour
leur amitiés et soutiennes..

A tous ceux qui m'aiment.

Khadija

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore

A Hadjer une personne qui a une place spécial dans mon cœur ,une grande sœur, qui a été a mes cotes tous au long de ma carrière universitaire qui a partage avec moi beaucoup de choses .

.A mes très chères sœurs Hind ,Amira et Fatima Zohra je vous souhait tous le bonheur du monde .

A mon binôme Khadija pour tous les sentiments pendant les années d'études ensembles surtout les trois dernière années .

A tous les étudiants de ma promotion.

A ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma période

D'étude, et pour leurs sacrifices consentis

Farida

Résumé :

Lors de cet essai nous avons étudié les caractéristique physico-chimique de 6 lignée d'haricot commun de diverses origine géographique fournit par l'équipe des légumineuses alimentaires de L'INRAA de Sidi Bel Abbés 4 lignée introduit 115, 83 , 147, 104. Et deux local sont haricot AIN TEMOUCHENT et haricot ADRAR Les analyses effectuées dans le cadre de cette étude ont été realises sur les grain au niveau du laboratoire de INRAA de sidi bel abbés et un partie sur les analyse de la farine au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de la faculté SNV de l'université de sidi bel abbés

Enfin nous retenons à partir de ces analyses physic-chimique que la lignée de Ain temouchent est la plus intéressante par rapport aux autres lignées par leur bon calibre ,vitesse de germination et taux de gonflement .

Mots clés : haricot, physic-chimique ,lignee ,calibre et germination.

Abstract :

During this test we studied the physicochemical characteristics of 6 common Bean line of various geographical origins supplied by INRA from sidi bel abbes 4 line introduced 115, 83 , 147, 104 . and tow local Bean AIN TEMOUCHENT and Bean ADRAR analyzes carried out within the framework of this study were carried out on the seeds at the level of the INRA laboratory of sidi bel abbes and a part on the analyzes of the flour at the the level of the laboratory of the SNV faculty of the university of sidi bel abbes

Finally we retain from these analyzes physical -chemical that the line of Ain temouchent is the most intersting compared to the other lines by their good caliber ,germination speed ,swelling rate .

Key words : bean, the physicochemical, lineage, size and germination .

ملخص : لقد قمنا من خلال هذه الدراسة بدراسة الخصائص الفيزيائية-الكيميائية ل 6 سلالات من الفاصولياء العادية من اصول جغرافية مختلفة قدمها المعهد الوطني للدراسات الزراعية بسيدي بلعباس 4 سلالات خارجية , 147, 83 , 115 و سلالتين محليتين فاصولياء عين تيموشنت و فاصوليا ادرار لقد في هذه الدراسة اجريت التحاليل على البذور على مستوى مخبر المعهد الوطني للدراسات الزراعية بسيدي بلعباس و جزء على تحليلات الدقيق على مستوى مخبر التكنولوجيا الغذائية بكلية علوم الطبيعة والحياة بسيدي بلعباس .توصلنا من خلال هذه التحاليل الفيزيائية-الكيميائية و الكيميائية الحيوية بان فاصوليا عين تيموشنت هي الاكثر اثاره للاهتمام مقارنة بالأنواع الاخرى من خلال عيارها الجيد ,معدل التورم و سرعة الانبات

الكلمات المفتاحية : فاصولياء, فيزيائية كيميائية ,سلالة ,معيار ,سرعة الانبات .

Remerciements	
Dédicace	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste des annexes	
Introduction.....	1

Chapitre I : Etude bibliographiques

1 Généralité sur les légumineuses.....	2
2 Importance des légumineuses cultivées.....	3
3 Le haricot.....	3
3.1 Origine et répartition géographique.....	4
3.2 Importance de la culture du haricot.....	4
3.2.1 Production mondiale des Haricots.....	4
3.2.2 Production du Haricots en Algérie.....	5
3.3 Description botanique :.....	6
3.3.1 Classification systématique :.....	6
3.3.2 Description de la plante.....	6
3.4 Exigences climatiques du Haricot.....	7
3.5 Cycle du développement des Haricots.....	9
3.6 Importance nutritionnelle des Haricots.....	10
3.7 Les maladies et ravageurs du haricot.....	11
3.7.1 Les ravageurs :.....	12
3.7.2 Les maladies des haricots.....	12
4 Composés phénoliques.....	13

4.1 Généralité :	13
4.2 Rôle et intérêt des composés phénoliques	14
4.2.1 Chez les végétaux	14
4.2.2 Chez l'homme	14
4.3 Biosynthèse des polyphénols	14
4.3.1 Voie de l'acide shikimique	14
4.3.2 Voie de l'acide malonique	15
4.4 Classification des polyphénols	15
4.4.1 Classification des polyphénols	15
4.5 Propriétés biologiques des polyphénols :	18
4.6 Stress oxydant	19
4.6.1 Antioxydants	19
4.6.2 Mode d'action et Dommages oxydatives des radicaux libres :	20
4.6.3 Moyens de défense contre les radicaux libres :	20
4.7 Composés phénoliques :	22

Chapitre II: Partie expérimentale

1. Objectif :	24
2. Matériels et méthodes	24
2.1. Matériel végétal :	24
2.2. Méthode :	25
3. Les analyses effectuées au niveau du laboratoire de l'INRA :	25
3.1. Le taux de germination :	25
3.2. Cinétique de la germination:	25
3.3. Taux de gonflement :	26
3.4. Poids de 100 graines :	26
4. Les analyses effectuées au niveau du laboratoire de biochimie :	27
4.1. Dosage d'humidité :	27

5. Résultats et discussion	29
5.1. -Poids de 100 grains :	29
5.2. - Taux de germination :.....	29
5.3. Cinétiques de germination de 6 lignées étudiées d’haricot :	30
5.4. -Taux de gonflement :.....	31
5.5. -Taux d’humidité :	31
Conclusion	32

Annexes

Reference bibliographique

La liste des tableaux

Tableau 01	Principaux pays producteurs du Haricot sec
Tableau 02	La production nationale en haricot
Tableau 03	Classification systématique
Tableau 04	Composition chimique de 3 espèces de haricot
Tableau 05	Structure des squelettes des polyphénols
Tableau 06	La liste des lignées d'haricot étudiées et leurs origines

La liste des figures

Figure 01	Description de la plante du Haricot
Figure 02	La fleur du Haricot commun(1)
Figure 03	Le fruit du Haricot
Figure 04	Le cycle du développement du Haricot
Figure 05	le poids de 100 graines de 6 lignées de haricot étudiées
Figure 06	le taux de germination de 6 lignées de haricot
Figure 07	cinétique de germination de 6 lignées étudiées d'haricot
Figure 08	taux de gonflement des lignées étudiées de Haricot
Figure 09	la teneur en eau des lignées étudiées de haricot

La liste des abréviations

ERO: espèces réactifs de l'oxygène

GPx :Glutathion peroxidase

GSSG : Glutathion oxydé

ha : hectare

H₂O₂: hydrogène peroxide

NO[•]:le monoxyde d'azote

O₂^{•-}: l'anion superoxyde

OH[•] : le radical hydroxyle

ONOOH : nitroperoxyde

Q: quintaux

RO[•] : le radical alkoxyde

ROO[•] :le radical peroxyde

ROOH : peroxydes organiques

SOD: Super oxyde dismutase

UV : Ultraviolet

Liste des annexes:

Tableau n° 01	poids de 100 graines d'haricot étudié
Tableau n° 02	la germination des lignées d'haricot étudiée
Tableau n° 03	poids des graines des six lignées de haricot après absorption d'eau
Tableau n° 04	taux de gonflement
Tableau n° 05	taux d'humidité

Introduction

Les légumineuses alimentaires constituent une très importante source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. Les légumineuses sont riches en composés phénoliques et possèdent une haute capacité antioxydante qui peut être salutaire dans la prévention de plusieurs maladies comme les maladies cardio-vasculaires.

En Algérie, l'accroissement de la production est limité par la faiblesse des rendements, rendant l'haricot peu compétitif par rapport aux autres cultures. L'haricot (***Phaseolus vulgaris*** L.) est cultivé pour son importance alimentaire en fournissant un aliment protéique et énergétique pour l'homme. Il contient également des métabolites secondaires.

Les légumineuses appartiennent aux plantes nutritionnelles qui sont généralement riches en composés phénoliques et possèdent une haute capacité antioxydante qui peut être salutaire dans la prévention de plusieurs maladies comme les maladies cardio-vasculaires. Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et des grains entiers

1.1 Généralité sur les légumineuses

Les légumineuses (Fabacées) constituent la troisième superfamille par ordre d'importance chez les angiospermes. Elles comprennent plus de 750 genres et 17000 à 20000 espèces de formes et de types de croissance très diversifiées. Sur la base de leurs caractéristiques florales, les botanistes s'entendent à regrouper ces espèces en trois sous-familles (Doyle, 1994 ; de Ladjudie *et al.*, 1998 ; Dommergues *et al.*, 1999 ; Doyle et Luckow 2003).

La sous-famille des Mimosoïdeae, comprend environ 3 000 espèces regroupées dans 77 genres (Cannon, 2008). Elles produisent des fleurs régulières regroupées en inflorescences denses. Les espèces sont représentées principalement par des arbres et des arbustes distribués dans les régions tropicales et subtropicales sur tous les continents. Les genres *Acacia*, *Calliandra*, *Mimosa* et *Prosopis* sont les plus représentatifs.

La sous-famille des Caesalpinoïdeae, considérée comme la plus primitive, regroupe environ 4200 espèces et 162 genres (Simon, 2005; Cannon 2008). Les espèces possèdent des fleurs aux corolles irrégulières et sont représentées par des arbres, arbustes et herbacées vivaces distribuées dans les régions tropicales et les régions tempérées. Les genres *Caesalpineae*, *Cassia*, *Cercis* et *Gleditzia* sont représentatifs de cette sous-famille (Simon, 2005 ; Fyad- Lameche, 2007).

La sous-famille Papilionoïdeae, d'une évolution plus récente, comprend 14.000 espèces aux fleurs irrégulières, regroupées dans environ 476 genres (Lewis *et al.*, 2003). Parmi les tribus de cette catégorie, il existe les *Phaseoleae* à laquelle appartiennent de nombreuses espèces importantes utilisées pour l'alimentation humaine directe (soja, haricot, pois chiche....etc.) ainsi que les plantes de pâturage les plus importantes utilisées par les agriculteurs (Simon, 2005 ; Lee *et al.*, 2007).

Les taxons des Fabacées produisent tous la même sorte de fruit. La gousse est formée par un seul carpelle possédant deux zones de suture opposées. Chez les espèces spontanées, les gousses s'ouvrent à maturité pour expulser les graines (Simon, 2005).

De nombreux taxons de la famille des légumineuses sont capables de former des associations symbiotiques avec des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique de la famille des rhizobiaceae. La proportion de ces taxons varie d'une sous-famille à l'autre, elle est de 90% pour les Mimosoïdeae, 20% pour les Caesalpinoïdeae et 97% pour les Papilionoïdeae (Merabet, 2007).

2 Importance des légumineuses cultivées

Les légumineuses alimentaires constituent une importante source protéique de qualité et à bas prix pour une large couche de la population Algérienne dont la consommation atteint environ 07 kilogrammes par habitant et par an.

Sur le plan économique la production des légumineuses à un intérêt national, car elle peut conduire à la satisfaction des besoins du pays, à la réduction des importations et à la limitation de notre dépendance vis-à-vis de l'extérieur (O. Zaghouane 1997).

Sur le plan agronomique, elles jouent un rôle significatif dans l'amélioration de la fertilité du sol grâce à leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, où leur introduction dans l'assolement instaure la rotation des cultures, la diversification des productions et la protection de l'environnement par l'économie des engrais azotés et les désherbants chimiques (K.Ben Mbarek et al, 2009).

Parmi les légumineuse alimentaires la plus consommé le Haricot ou Haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), qui est couramment cultivée comme légume. On en consomme soit le fruit (la gousse), soit les graines, riches en protéine.

3 Le haricot

Le **Haricot**, ou **Haricot commun** (*Phaseolus vulgaris* L.), est une espèce de plantes annuelles de la famille des *Fabaceae* (Papilionacées), du genre *Phaseolus*, couramment cultivée comme légume. On en consomme soit le fruit (la gousse), haricot vert ou « mange-tout », soit les graines, riches en protéines. Le terme « haricot » désigne aussi ces parties consommées, les graines (haricots secs) ou les gousses. Cette plante, originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud (Andes), joue un rôle important dans l'alimentation humaine comme source d'amidon (féculent), de protéines et dans la fixation biologique de l'azote. Elle fait l'objet de culture vivrière dans certaines régions d'Afrique et d'Amérique latine, tandis que dans les pays développés, à côté d'une production limitée dans les jardins familiaux, s'est développée une culture en plein champ produisant soit des haricots secs pour la conserverie, soit des haricots verts. Ces derniers, dont la consommation s'est développée depuis le début du XX^e siècle, s'intègrent mieux dans la recherche d'une alimentation plus légère. Haricots secs comme haricots verts peuvent soit être *nains* (et c'est la forme privilégiée en grande culture), soit être à *rames* donc grimpants avec nécessité de tuteurs.

3.1 Origine et répartition géographique

Le Haricot est un fruit d'une plante originaire d'Amérique centrale et d'Amérique de sud et plus particulièrement du Pérou et de la Colombie (Hubert, 1978). Il fut domestiqué dans l'Amérique du sud (Pérou, Bolivie) ainsi que dans la zone Méso-américaine (Mexique et Amérique centrale). Le mot « haricot » désigne à la fois le fruit, la graine et la plante qui les produit. Il est dérivé de « ayacolt », nom de ce légume en nahuatl, langue parlée par les aztèques (Fortin, 1996).

Le haricot, connu sous l'appellation scientifique *Phaseolus vulgaris L.* est une légumineuse largement cultivée et consommée dans le monde (Kaplan, 1981). Ce légume a été introduit en Europe au début du XVI^e siècle mais il restera pendant de nombreuses années consommé en grains. Au XVIII^e siècle, ce sont les Italiens qui commencèrent à manger les gousses des haricots, cueillies avant maturité, comme légume (Baudouin et al., 2001).

3.2 Importance de la culture du haricot

3.2.1 Production mondiale des Haricots

En 2006, la production mondiale de haricots, selon les statistiques publiées par la FAO, s'est élevée à 28,6 millions de tonnes, dont 19,6 de haricots secs (68 %), 6,4 de haricots frais (22 %) et 2,6 de haricots verts (9 %). En 2002, ces chiffres étaient respectivement de 25,7, 18,3, 5,7 et 1,7 million de tonnes. Entre 1961 et 2006, la production totale de haricots a doublé passant de 14,4 à 28,6 millions de tonnes, progressant assez régulièrement au taux de 1,5 % par an.

La surface totale consacrée à cette production représentait un peu plus de 26 millions d'hectares pour un rendement moyen de 7,4 quintaux par hectare.

Tableau n°01 : Principaux pays producteurs du Haricot sec (in FAO 2006)

Pays	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (q/ha)	Production (milliers de tonnes)
Brésil	4016.8	8.6	3436.5
Inde	8600.0	3.7	3174.0
Chine	1204.0	16.7	2006.5
Birmanie	1720.0	9.9	1700.0
Mexique	1708.3	8.1	1374.5
Etats-unis	614.7	17.2	1056.9
Kenya	995.4	5.3	531.8

Ouganda	849.0	4.9	424.0
Canada	180.0	20.7	372.7
Indonésie	313.2	10.5	327.4
Argentine	235.1	13.7	322.8
Tanzanie	380.0	7.6	290.0
Rwanda	356.4	7.9	283.4
Burundi	240	9.2	220.0
Iran	11.3	19.4	216.1
Cameron	230.0	8.7	200.0

Les quinze premiers pays représentent plus de 80 % du total mondial. Les trois premiers, Brésil, Inde et Chine représentent 44 % du total et les six premiers (les précédents plus Birmanie, Mexique et Etats-Unis) près des deux-tiers. En France (2006), la culture du haricot occupe environ 41 000 hectares pour une production de 413 000 tonnes, soit en moyenne 10 t/ha, due principalement aux haricots verts qui représentent les 3/4 des surfaces et 86 % de la production.

3.2.2 Production du Haricots en Algérie

Le tableau 2 montre qu'il y'a une augmentation remarquable des superficies destinées à la culture du haricot vert. La production varie indépendamment de 79570 quintaux à 93184 quintaux. Cette variation est accompagnée par des fluctuations imprévisibles des rendements de 69457 q/ha en 2014 à 80264 q/ha en 2018, avec un pic enregistré en 2017 de 85712q/ha.

Tableau 2. La production nationale en haricot (FAOSTAT, 2018) .

Année	Haricot frais			Haricot sec		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2014	11456	79570	69457	1633	1343	8224
2015	11276	79513	70515	1788	1421	7947
2016	10695	79099	73959	1310	875	6681
2017	11434	98003	85712	1902	1480	7781
2018	11610	93184	80264	2843	2811	9890

La culture du haricot peut jouer un rôle important dans les systèmes agricoles en Algérie, bien que sa production reste marginalisée en raison de la faiblesse et de la grande instabilité des rendements dus au déficit hydrique et à la déficience en phosphore, qui caractérisent la plupart des zones méditerranéennes particulièrement les zones de cultures potentielles du haricot en Algérie (eg. Alkama, 2010).

➤ Les variétés les plus cultivés en Algérie

Haricot nain mange tout : Contender, Djedida, Molière.

Haricot nain à écosser Coco de Prague, Pactole...

Haricot à rames mange tout : Sidi Fredj, Blanc de juillet.

Haricot à rames à écosser : Coco blanc, Coco de Prague (8)

3.3 Description botanique :

La première description botanique du Haricot commun, sous le nom de *Smilax hortensis*, est due aux botanistes Tragus et Fuchs en (1542). Linné avait classé les haricots connus à son époque en deux espèces, *Phaseolus vulgaris* et *Phaseolus nanus*, distinguant ainsi les formes grimpances et les formes naines. (Tragus et Fuchs en 1542.)

3.3.1 Classification systématique :

Tableau N°3 : Classification systématique :

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fabale
Famille	Fabacées
Sous famille	Papilionaceae
Genre	<i>Phaseolus</i>
Espèce	<i>Vulgaris</i>

3.3.2 Description de la plante

Le genre *Phaseolus* appartient à la tribu des Phaseolées et à la famille des Fabacées ou Papilionacées qui fait partie de la "grande famille" des Legumineuses. Le genre *Phaseolus* renferme environ 55 espèces même si la distinction n'est pas toujours facile car il est probable que certaines ne soient pas des espèces à part entière (Debouck, 1999). Cinq d'entre elles ont

été domestiquées, et sont les plus importantes, à savoir, *P. acutifoliou*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. polyanthus* et *P. vulgaris* L .

Cette dernière, communément nommée haricot commun, fait partie de la chaîne trophique humaine, surtout en Amérique latine et en Afrique (Singh, 1999).

Le haricot représente une composante principale dans certains systèmes agraires et sa culture se répand dans le monde entier. Il constitue la base de la ration quotidienne de près d'un demi-milliard d'êtres humains en raison de sa forte teneur en protéines (environ 25%) et en fer. Il est aussi une source précieuse de fibres diététiques et de carbohydrates complexes.

Sa contribution à une nutrition humaine équilibrée est particulièrement importante dans les pays pauvres. C'est une légumineuse largement cultivée et consommée dans le monde entier spécialement en Amérique Latine et Centrale, lieu d'origine du haricot où il a été domestiqué depuis plus de 8000 ans. Ainsi, 50% de la culture de haricot est située en Amérique centrale et méridionale, mais les principaux producteurs (Gepts et Debouck, 1991). Ainsi, 50% de la culture de haricot est située en Amérique centrale et méridionale, mais les principaux producteurs étant le Mexique et le Brésil. L'autre moitié se répartit entre l'Europe et le sud-est asiatique et l'Afrique.

La production est moindre en Afrique, cependant, elle y prend une part importante dans la diète de certains pays d'Afrique de l'est (l'Ouganda, le Kenya, le Rwanda, le Burundi et la Tanzanie) en comparaison aux pays d'Amérique du sud (Wortmann *et al.*, 1998).

Cette espèce présente l'avantage d'avoir un cycle de développement relativement court (3 mois), son appareil végétatif comprend une tige angulaire et rameuse, des feuilles en trois folioles ovales, acuminées aigues.

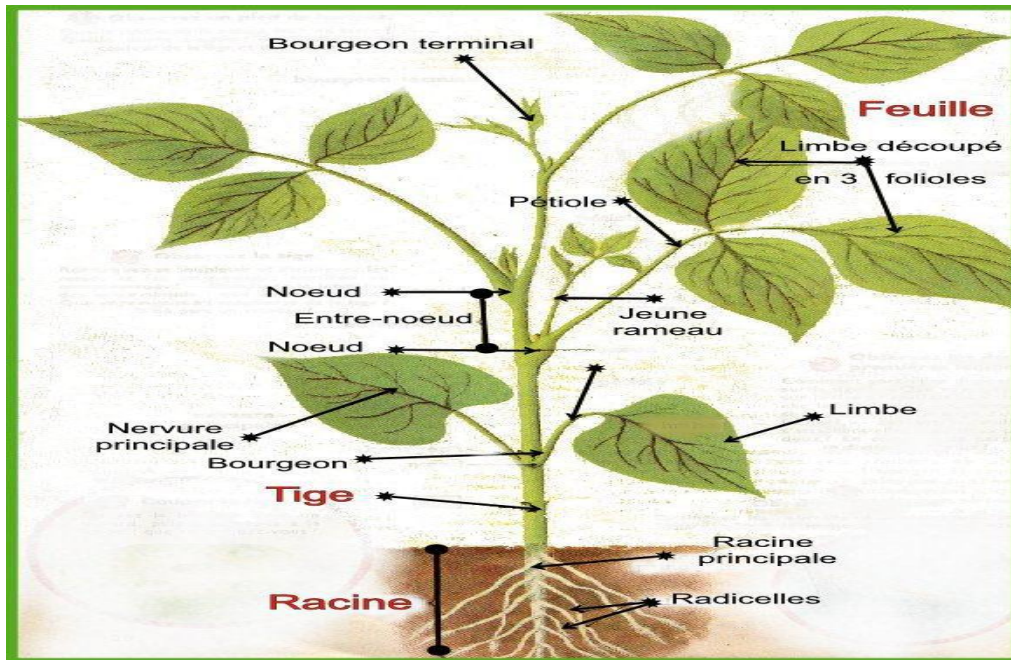


Figure n° 01 : Description de la plante du Haricot

(<https://club55zer.files.wordpress.com/2017/04/le-haricot-vert-1.pdf>)

Les fleurs de deux centimètres de longueur, blanchâtres, jaunâtre ou lilas sont groupées en grappes déterminées (racèmes) de 4 à 10 fleurs, naissant à l'aisselle des feuilles. Ce sont des fleurs hermaphrodites, zygomorphes. (Figure 02)



Figure n° 02 : La fleur du Haricot

commun(1)http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Haricots__Plantes_potagC3

%A8res_Vilmorin- Andrieux_et_Cie.jpg Licence : Public domain *Contributeurs* : Cliché

personnel *Artiste d'origine* :Spedona

Les fruits sont des gousses déhiscentes, appelées également « cosses », de forme et de longueur variable. Elles sont allongées contenant des graines diversement colorées en forme de rein. Chaque gousse contient 4 à 8 graines de taille, forme et couleur variable. La forme la plus commune est dite « réniforme », typique des haricots, mais on peut rencontrer des grains plus sphériques (d'où les appellations locales de « pois » données à certaines variétés). Les graines sont plus ou moins grosses, les plus grosses ayant été sélectionnées dans les variétés à écosses. La couleur des graines va du blanc au noir en passant par le rouge et les couleurs panachées.

Les graines peuvent garder leur faculté germinative de 3 à 5 ans. La germination des haricots est dite « épigée ». Tandis que la racine s'enfonce dans le sol, la croissance de l'hypocotyle entraîne les cotylédons qui se déploient hors du sol. De ce fait la plante apprécie les sols légers qui favorisent une bonne levée. (Figure 03).

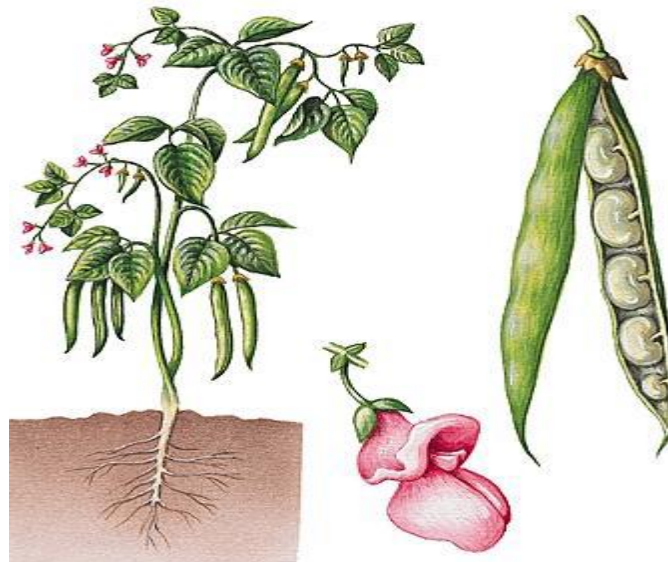


Figure n° 03 : Le fruit du Haricot

(<http://image.app.goo.gl/pdE3LUyYVp3uoKp48>)

3.4 Exigences climatiques du Haricot

C'est une plante propre aux climats chauds (tropicaux tempérés) et des régimes d'humidité relativement bas mais qui supportent mal les températures excessives. Le pH du sol optimal pour la croissance de cette espèce est compris entre 5,5 et 7. Le haricot est une plante exigeante sur le plan des températures, il craint les gelées et nécessite des températures supérieures à 10 °C pour se développer.

La période de culture du haricot est donc exclusivement estivale. L'eau joue un rôle important pour l'élaboration du rendement et la qualité de la récolte (apparition d'un fil au niveau de la nervure de la gousse si manque d'eau en fin de cycle). Un sol bien aéré favorise le développement des nodosités (Renard *et al.*, 2007).

3.5 Cycle du développement des Haricots

Le développement du haricot commence avec la formation d'un zygote principal et d'un zygote accessoire suite à la double fécondation du sac embryonnaire. Ce dernier est renfermé dans l'ovule, lui même protégé par le pistil de la fleur. Le zygote accessoire formera le tissu nourricier de l'albumen, tandis que le zygote principal est à l'origine d'une nouvelle plante. Le zygote principal subisse des nombreuses mitoses et forme un embryon, qui comporte deux cotylédons gorgés des réserves.

Quand les conditions sont favorables et la dormance levée, la graine retourne à la vie active et germe. La radicule perce le tégument et s'enfonce dans la terre, la tigelle grandit vers le haut soulevant les cotylédons au-dessus du sol vers la lumière, la plantule devient autotrophe et grandit jusqu'à atteindre le stade adulte. (Meyer *et al.*, 2008).

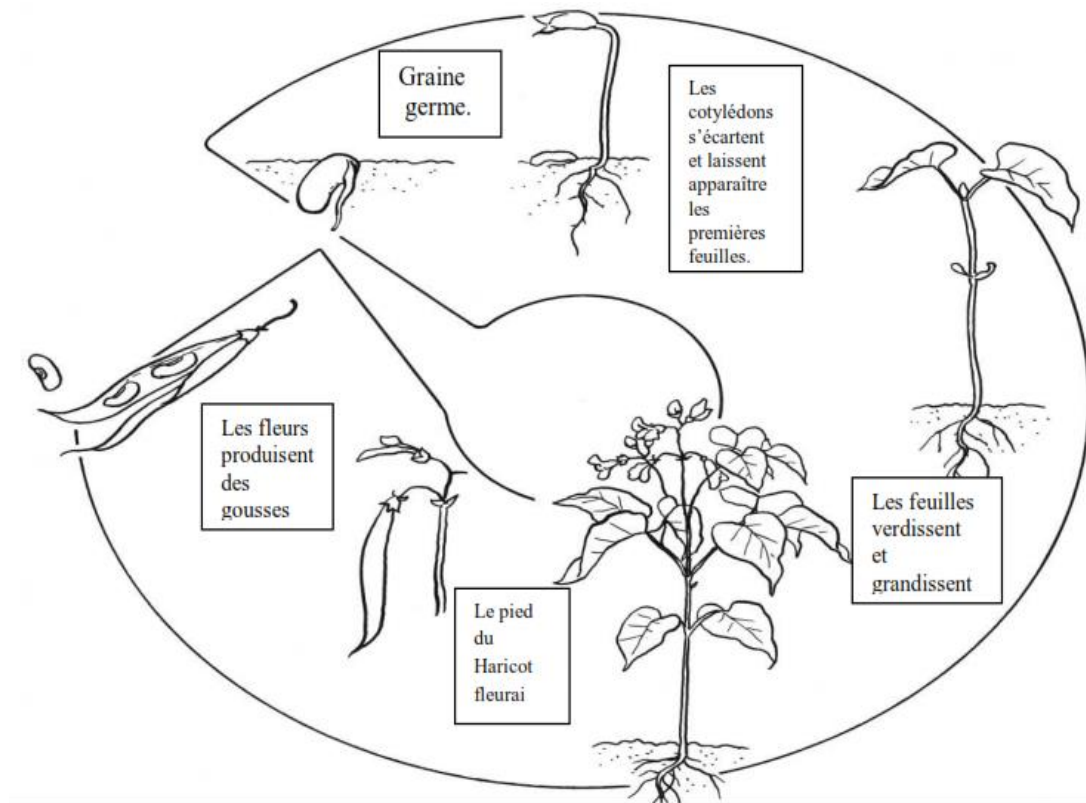


Figure n° 04 : Le cycle du développement du Haricot .

(<https://www.pinterest.fr/pin/328340629055485283/>)

3.6 Importance nutritionnelle des Haricots

Les haricots secs sont pour la plupart une excellente source de potassium et d'acide folique. Ils sont une bonne source de magnésium et de fer et contiennent, en outre, du cuivre, du phosphore, du zinc, de la thiamine, de la niacine et de la vitamine B6. Le haricot frais est dit diurétique, dépuratif, tonique et anti-infectieux.

Le haricot est surtout connu pour sa teneur intéressante en protéines (25 à 28%). Il est consommé surtout dans les pays sous-développés ou en voie de développement où la grande majorité de la population n'a pas les moyens économiques qui leur permettraient de se procurer en quantité suffisante des produits protéiniques d'origine animale tels que : lait, viande, oeufs...

De nos jours, par la biofortification, les botanistes arrivent à développer des lignées de haricot qui sont aussi riches en éléments minéraux, particulièrement en fer, ce qui a pour but de réduire l'effet de l'anémie chez personnes malades dans le monde particulièrement dans les pays pauvres (Havestplus, 2012).

En plus de leur teneur en protéine élevée, les haricots sont une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9) et de minéraux en particulière le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc. Les graines de légumineuses contiennent deux à trois fois plus de protéines que les céréales (Gordon *et al.*, 2004).

Tableau 4: Composition chimique de 3 espèces de haricot (Adams *et al.*, 1985).

Légumineuses	Protéines	Lipides	Glucides	Fibre	Matière minérales	Eeau	calorie
<i>P. vulgaris</i>	20-27	1-2	60-65	4-5	4-5	11	341
<i>C. arietinum</i>	20	01	62	03	2-4	12	362
<i>V. unguiculata</i>	22-26	1-2	60-65	4-5	3-4	11	342

3.7 Les maladies et ravageurs du haricot

3.7.1 Les ravageurs :

De très nombreux ravageurs sont susceptibles de s'attaquer aux cultures des Haricots ainsi qu'aux graines entreposées, notamment des gastéropodes, des insectes, acariens et nématodes.

➤ La bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) est un petit insecte coléoptère dont la larve, qui vit à l'intérieur des graines de haricot entreposées, pouvant provoquer des dégâts Importants. Cet insecte a besoin d'une température supérieure à 14 °C pour se développer. S'il rencontre des conditions favorables, jusqu'à quatre générations peuvent se suivre dans un stock de graines et plusieurs larves peuvent occuper simultanément le même haricot. La lutte contre ce ravageur nécessite des traitements insecticides tant sur les cultures destinées à la récolte de graines, que sur les graines stockées, par fumigations sous vide.

➤ Le tétranyque tisserand, ou acarien jaune commun (*Tetranychus urticae*), attaque le feuillage provoquant sa décoloration et l'apparition de taches blanchâtres.

➤ Les escargots et les limaces peuvent détruire complètement les plantules.

3.7.2 Les maladies des haricots

De nombreuses maladies cryptogamiques, bactériennes ou virales sont susceptibles d'affecter les cultures de haricots.

➤ Les maladies cryptogamiques

- Le botrytis est l'une des principales maladies du haricot. Elle n'apparaît qu'en fin de cycle, à partir de la floraison. Le champignon responsable, *Botrytis cinerea*, est présent dans le sol à l'état endémique. Il provoque des taches concentriques, molles et grises, sur les tiges et les gousses, qui débute souvent à partir des pétales desséchés. Les conséquences peuvent être lourdes, les chutes de rendement par avortement et pourriture de gousses.

Plusieurs d'autre champignons peuvent attaquer les cultures des Haricots tel que :

- La rouille du haricot : elle est due à *Uromyces appendiculatus*,

- La sclérotiniose ou pourriture blanche : elle est provoqué par le *Sclerotinia sclerotiorum*.

- La maladie du pied du haricot dont le champignon responsable est le *Fusarium*

phaseoli.

- L'oïdium américain du haricot est causé par l'*Erysiphe polygon*.

➤ **Les maladies bactériennes**

Trois types de graisses se rencontrent sur haricot. Elles sont provoquées par des attaques de bactéries, transmises par les semences comme la Graisse à *Pseudomonas* ; Graisse à *Xanthomonas* et Graisse bactérienne ou Brown spot . L'infection se traduit par l'apparition de taches huileuses de couleur jaune-orangé sur les feuilles, les gousses et les graines.

➤ **Les maladies virales**

La mosaïque commune du haricot est due à un virus, transmis par les semences et les pucerons. Elle se traduit par un gaufrage vert foncé des feuilles, offrant un aspect de mosaïque. La taille des plantes est réduite, la floraison est perturbée et les gousses se tordent.

4 Composés phénoliques

4.1 Généralité :

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont des molécules aromatiques synthétisées par les végétaux lors du métabolisme secondaire pour se défendre contre les agressions environnementales (Dangles et *al.*, 1992).

Plus de 8000 structures phénoliques sont actuellement connues allant de molécules simples de bas poids moléculaire tels que les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés comme les tanins cette phrase est complet(Bravo, 1998 ; Mehinagic et *al.*, 2011).

Chimiquement, ce sont des composés organiques phénoliques hydrosolubles de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Da, caractérisés par la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside, (Dangles et *al.*, 1992).

Ils sont subdivisés en plusieurs catégories : acides phénoliques (dérivés de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique), tanins, anthocyanines, coumarines, lignanes, quinones, stilbènes, et les flavonoïdes (Bravo, 1998).

Les polyphénols sont des molécules ubiquitaires localisées dans différentes parties des plantes à savoir dans les racines, les tiges, les feuilles et les fleurs. Les principales sources du point de vue alimentaire sont les fruits, les légumes, les céréales et les boissons (vin rouge, cidre, bière, thé, café et jus de fruits) (Mehinagic et *al.*, 2011).

4.2 Rôle et intérêt des composés phénoliques

4.2.1 Chez les végétaux

Les composés phénoliques peuvent intervenir dans de nombreux processus physiologiques de la plante : croissance cellulaire, différenciation, lignification, floraison, tubérisation, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites et ils participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques (blessures, symbioses) ou abiotiques (rayonnements UV, faible température) (Dryune, 1999).

Ils jouent aussi un rôle important dans la qualité alimentaire des fruits et légumes (couleur, astringence, arôme, amertume) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (Fleuriet et *al.*, 2005).

4.2.2 Chez l'homme

Les polyphénols prennent une importance croissante, notamment à cause de leurs effets bénéfiques sur la santé. En effet, leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives. Ces micronutriments forment, pour l'organisme, une sorte de pharmacopée nutritionnelle (Valdés et *al.*, 2011 ; Bravo, 1998).

4.3 Biosynthèse des polyphénols

Les composés phénoliques sont issus par deux grandes voies métaboliques la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate/malonate.

4.3.1 Voie de l'acide shikimique

Tous les composés phénoliques sont formés via la voie du shikimate, appelée également la voie de phénylpropanoïde. Ce dernier lie le métabolisme des carbohydrates à la voie de biosynthèse des composés aromatiques en conduisant à la synthèse de base, le noyau aromatique (Hopkins, 1995).

Dans cette voie, l'érythrose-4-phosphate et le phosphoénolpyruvate sont produits par les hydrates de carbones lors de leurs dégradation par la voie des pentoses phosphate et la glycolyse respectivement. . Ces derniers sont convertis en chorismates, le précurseur des acides aminés aromatiques (phénylalanine, tyrosine et tryptophane) et d'un certain nombre de métabolites secondaires indoliques et aromatiques (Dewick, 1995).

4.3.2 Voie de l'acide malonique

La glycolyse et la β -oxydation aboutissent à la formation de l'acétyl-CoA donnant le malonate. C'est à travers cette voie que s'effectue la cyclisation des chaînes polycétoniques, et obtenues par condensation répétée d'unités « Acétate » qui se fait par carboxylation de l'acétyl-CoA. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase (Fleeger et Flipse, 1964).

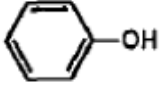
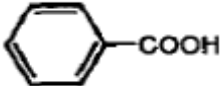
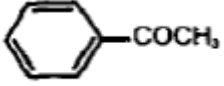
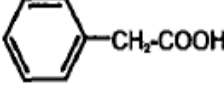
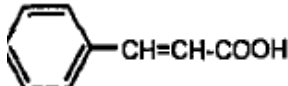
4.4 Classification des polyphénols

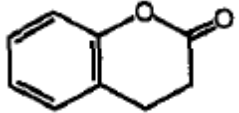
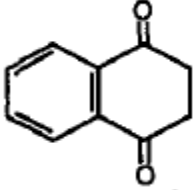
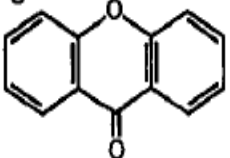
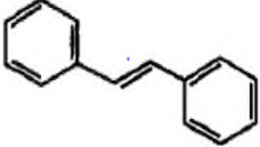
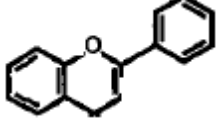
4.4.1 Classification des polyphénols

Les polyphénols peuvent être classés selon le nombre de noyaux aromatique qu'ils contiennent, ainsi que la nature et la structure du squelette de base. Ils se regroupent en deux grands groupes : les non flavonoïdes et les flavonoïdes (Tableau 3) (Crozier et *al.*, 2006).

Les non flavonoïdes dont les principaux composés sont les acides phénoliques, les stilbènes, les lignanes, les lignines et les coumarines. Les flavonoïdes, tel que : les flavones, flavanones, flavonols, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols (Bravo, 1998).

Tableau N°5: Structure des squelettes des polyphénols (Crozier et *al.*, 2006; Bravo, 1998).

Nombre de Carbone	Squelette	Classe	Exemple	Structure
6	C6	Phénols simples	Catéchol	
7	C6-C1	Acide phénolique	Acide gallique	
8	C6-C2	Acétophénone	Gallacétophenones	
8	C6-C2	Acide Phénylacétique -es	Acides phydroxyphénylacétique	
9	C6-C3	Acides hydrox Cinnamiques	Acides pcoumarique	

9	C6-C3	Coumarines	Esculetine	
10	C6-C4	Naphtoquinon -es	Jugulone	
13	C6-C1-C6	Xanthonés	Mgniferrine	
14	C6-C2-C6	Stilbenes	Resveratrol	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine	

Flavonoïdes :

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres. Elles sont omniprésentes dans les fruits, les légumes, les graines, les boissons tels le thé et le vin rouge et d'autres parties de la plante (Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006).

Elles sont considérées comme des pigments quasi universels des végétaux qui peuvent participer dans les processus photosynthétiques (Mukohata *et al.*, 1978), dans la régulation de gène et dans le métabolisme de croissance (Havsteen, 2002).

Actuellement, environ de 4000 composés flavoniques sont connus (Edenharder et Grünhage, 2003) et ils ont tous le même squelette de base à quinze atomes de carbones qui sont arrangés à une configuration C6 -C3--C6 de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonyme avec la structure 2-phényle chromane (Yao *et al.*, 2004).

Anthocyanosides :

Ce sont des pigments vacuolaires rouges, roses, mauves, pourpres, bleus ou violets de la plupart des fleurs et des fruits (Bruneton, 1993). Ils sont caractérisés par l'engagement de l'hydroxyle en position 3 dans une liaison hétérosidique (les anthocyanosides). Leurs génines

(Les anthocyanidols) sont des dérivés du cation 2-phényl-benzopyrylium plus communément appelé cation flavylum. Ces pigments représentent des signaux visuels qui attirent les animaux pollinisateurs (insectes, oiseaux) (Brouillard *et al.*, 1997 *in* Bahorun, 1997).

Tannins :

Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 qui présente, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Haslam, 1996 ; Cowan, 1999).

Les tannins sont caractérisés par une saveur astringente et se trouvent dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (Scalbert, 1991).

Ils sont considérés comme des anti-nutriments grâce aux divers effets nuisibles à savoir la digestion réduite des aliments, la faible biodisponibilité des micronutriments et les dommages du foie (Chung *et al.*, 1998). Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculoprotectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques (chêne, *Quercus* spp.).

Phénols simples et les acides phénoliques :

Le terme d'acide phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. En Phytochimie, l'emploi de cette dénomination est réservé aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique.

Coumarines :

Les coumarines qui sont aussi les dérivés de C6-C3, appartiennent au groupe des composés connus par des benzo- α -pyrone (O'Kennedy et Thornes, 1997) et toutes sont substituées en 7 par un hydroxyle. Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin (Cowan, 1999).

Ils sont utilisés pour leurs propriétés vasculoprotectrices, neurosédatives, diurétiques, stomachiques et carminatives (Hennebelle *et al.*, 2004). Ils ont la capacité de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes, et peroxydes. Ils préviennent également la peroxydation des lipides membranaires (Anderson *et al.*, 1996).

Quinones :

Ce sont des composés oxygénés qui correspondent à l'oxydation de dérivés aromatiques avec deux substitutions cétoniques. Elles sont caractérisées par un motif 1,4-dicéto

yllohexa2,5-diéniq (para-quinones) ou éventuellement, par un motif 1,2-dicéto cyclohexa-3,5diéniq (ortho-quinones) (Bruneton,1993). Elles sont ubiquitaire dans la nature, principalement dans le règne végétal et ils sont fortement réactifs (Cowan, 1999).

Certaines quinones, dérivant de l'antraquinone, sont des laxatifs stimulants. Elles sont rencontrées dans la bourdaine (*Rhamnus frangula* L.), les sénés (*Cassia* spp.) et les aloès (*Aloe* spp.). D'autres activités antidépressives (hypericin), anti-protazoaires, antivirales, antibactériennes, fongicides et antiallergiques ont été décrites et plusieurs molécules du groupe ont une toxicité non négligeable. (Bruneton, 1993 ; Hennebelle et al., 2004).

Stilbène :

Les membres de cette famille possèdent la structure C6-C2--C6 comme les flavonoïdes, ce sont des phytoalexines composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (Crozier *et al.*, 2006).

Lignanes :

Ce sont des composés dont la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques (C6-C3-C6). Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles.

4.5 Propriétés biologiques des polyphénols :

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs divers propriétés physiologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Middleton *et al.*, 2000 ; Ksouri *et al.*, 2007).

Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes (Nijveldt *et al.*, 2001).

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines la phytothérapie et l'hygiène alimentaire (Leong et Shui, 2002).

D'après les études multiples attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires. De plus, leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique.

Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes dans la santé et la beauté de la peau.

En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes, les propriétés vasculoprotectrices sont par exemple aussi bien attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, aux tanins et autres coumarines), chaque classe chimique semble être utilisée pour des bénéfices spécifiques (Hennebelle *et al.*, 2004).

Un radical libre est une espèce caractérisée par une instabilité et /où un pouvoir oxydant fort, il se différencie par la présence d'un électron non apparié sur la couche électronique la plus externe. Parmi toutes les espèces réactives oxygénées (ERO), on distingue un ensemble restreint de ces composés qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appelons les **radicaux primaires** à savoir : l'anion superoxyde ($O_2^{\bullet-}$), le radical hydroxyle (OH^{\bullet}), le monoxyde d'azote (NO^{\bullet}), le radical peroxyde (ROO^{\bullet}) et le radical alkoxyde (RO^{\bullet}).

Les autres radicaux libres, dits **radicaux secondaires** telles que l'oxygène singulet le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et le nitroperoxyde ($ONOOH$), se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule (Favier, 2003)

4.6 Stress oxydant

Les cellules et les tissus de l'organisme sont soumis à une grande variété d'agressions physiques, chimiques et métaboliques. La majorité de ces agressions aboutissent à un phénomène appelé stress oxydant qui définit comme un déséquilibre entre la production des espèces réactifs de l'oxygène (ERO) et des métabolites réactifs communément appelés oxydants, et leurs éliminations par des mécanismes protecteurs, désignés sous le nom d'antioxydants (walker *et al.*, 1982).

4.6.1 Antioxydants

Les antioxydants peuvent être définis comme toute substance qui est présente à faible concentration par rapport au substrat oxydable et qui est capable de ralentir ou d'inhiber l'oxydation de ce substrat (Nordberg et Arnér, 2001).

Pour se protéger des effets délétères des ERO, l'organisme dispose d'un ensemble de complexes de défenses antioxydants. Il y a deux sources d'antioxydants l'une est apportée par l'alimentation sous forme de fruits et légumes ; l'autre est endogène et se compose d'enzymes et de protéines. A cela s'ajoutent quelques oligoéléments qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydants (Haleng *et al.*, 2007).

4.6.2 Mode d'action et Dommages oxydatives des radicaux libres :

Les phénomènes radicalaires de base sont utiles au bon fonctionnement de l'organisme. L'altération des composants cellulaires et des structures tissulaires intervient lorsque l'intensité de ces phénomènes augmente anormalement et dépasse la quantité d'antioxydants disponibles. La conséquence de ce déséquilibre va entraîner une agression appelée « stress oxydatif » (Rahman, 2002).

Tous les tissus et tous leurs composants peuvent être touchés les lipides, les protéines, les glucides et l'ADN (Arausseau, 2002 ; Valko *et al.*, 2006).

Toutes ces altérations augmentent le risque de plus de 30 processus de différentes maladies (Aruoma, 1998). Parmi les, nous citons, les maladie d'Alzheimer (Smith *et al.*, 1996 ; Smith *et al.*, 2004), de Parkinson (Bolton *et al.*, 2000), de Creutzfeldt Jacob et de méningo-céphalites (Ali *et al.*, 2008), les maladies cardiovasculaires et déficience cardiaque (Jha *et al.*, 1995), les œdèmes et vieillissement prématuré de la peau (Georgetti *et al.*, 2003) et le cancer (Ali *et al.*, 2008).

4.6.3 Moyens de défense contre les radicaux libres :

D'après Halliwell (1994), un antioxydant est toute molécule endogène ou exogène présente en faible concentration qui est capable de prévenir, de retarder et de réduire l'ampleur de la destruction oxydante des biomolécules.

Les systèmes de lutte contre les ERO sont classés dans 3 catégories : la prévention à temps plein (la prévention passive), la détoxification active suite à une attaque oxydante et la détoxification passive (Viot, 2004).

➤ Prévention à plein temps :

Ce type est un système qui agit en permanence pour but de prévenir la surproduction de radicaux libres de l'oxygène en inactivant les molécules endogènes (Fe, Cu) ou exogènes (quinone) susceptibles de les générer. Par exemple, la liaison de la transferrine (protéine chélatrice) avec deux atomes de fer ferrique par molécule à pH physiologique rend ce métal incapable d'être impliqué dans les mécanismes d'oxydoréduction générateur de radicaux libre.

➤ Détoxification active suite à une attaque oxydante :

Ce système de défense repose principalement sur 3 enzymes (Valko *et al.*, 2006).

• Super oxyde dismutase (SOD) :

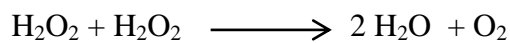
Il catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en hydrogène peroxyde (H_2O_2) et en Oxygène.



Chez l'être humain, il y a 3 isoformes des SOD à cofacteurs métallique (Cu, Zn-SOD, Mn-SOD) et ils sont localisés dans le cytoplasme et la mitochondrie (Landis et Tower, 2005).

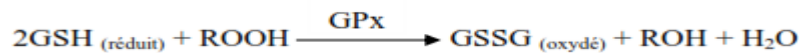
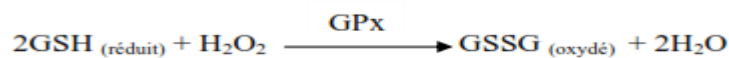
• **Catalase :**

Cette enzyme est localisée essentiellement dans les peroxysomes, Elle permet de convertir deux molécules de H_2O_2 en H_2O et O_2 (Valko *et al.*, 2006).



Glutathion peroxydase :

Une enzyme à cofacteur de sélénium se localise dans le cytosol et la matrice mitochondriale. Elle a pour activité la dégradation des peroxydes organiques (ROOH) et du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (Valko *et al.*, 2006).



➤ **détoxification passive :**

Elle permet la réduction des radicaux oxygénés qui ont pu passer les deux premières lignes de la défense. Elle incluse tous les antioxydants non enzymatiques capables de neutraliser seulement un radical libre par molécule tels que les vitamines C et E, les caroténoïdes, les composés phénoliques, les flavonoïdes, l'albumine, l'acide urique, les polyamines, l'acide lipoïque, etc.... (Svoboda et Hampson, 1999 ; Valko *et al.*, 2006).

• **Vitamine E (tocophérol) :**

Elle est considérée comme le principal antioxydant attaché à la membrane utilisé par la cellule pour inhiber la peroxydation lipidique (Pryor, 2000 ; Valko *et al.*, 2006). Durant la réaction antioxydante, le α -tocophérol est converti en radical α -tocophérol beaucoup plus stable en perdant un hydrogène arraché par une espèce radicalaire (radical peroxy).

- **Vitamine C (acide ascorbique) :**

Ses propriétés antioxydantes sont attribuées à sa capacité d'être réduit en radical ascorbyle après la perte d'un électron ou d'un proton. Ce radical peut facilement s'oxyder en captant l'anion superoxyde et certaines espèces radicalaires (perhydroxyles et peroxydes) (Valko *et al.*, 2006, Van Antwerpen, 2006).

- **Caroténoïdes :**

L'activité antioxydante de ces molécules repose principalement sur la présence de nombreuses doubles liaisons conjuguées au sein de leur structure (Mortensen *et al.*, 2001).

Généralement, elles interagissent avec les radicaux libres (ROO^\bullet , RO^\bullet) par 3 mécanismes, soit par l'abstraction d'hydrogène, transfert d'électron et addition du radical (El-Agamey *et al.*, 2004). Phrase complet

- **Acide lipoïque** (acide 1,2-dithiolane-3-pentanoïque ; $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2\text{S}$) :

Cet acide est aisément absorbé et converti rapidement dans de nombreux tissus à la forme réduite dithiol, l'acide dihydrolipoïque (Smith *et al.*, 2004).

Il joue un rôle important dans le piégeage des ERO, la régénération des antioxydants endogènes et exogènes tels que les vitamines C et E et le glutathion, la chélation des métaux Cu^{2+} et Fe^{2+} (Valko *et al.*, 2006).

- **Alumine :**

Il se trouve en grande quantité dans le plasma possède une fonction thiol qui lui permet de jouer un antioxydant puissant à fixer les différents métaux (Cu^{2+} , Fe^{3+} ...) et de prévenir leur effets oxydants (Halliwell et Gutteridg, 1990 ; Quinla *et al.*, 1992).

4.7 Composés phénoliques :

Ces substances sont très utilisées dans la médecine traditionnelle et moderne pour leurs activités antioxydantes (Rice-Evans *et al.*, 1996 ; Kolesnikov et Gins, 2001). Vue leurs propriétés redox les plus élevées, les polyphénols agissent comme des agents réducteurs, donneur d'hydrogène en piégeant les radicaux libres et en chélatant les ions (Rice-Evans *et al.*, 1995; Cook et Samman, 1996; Valko *et al.*, 2006)

En ce qui concerne les flavonoïdes, ces composés peuvent empêchés les dommages oxydatifs par différentes mécanismes d'actions : soit par capture des radicaux hydroxydes, superoxydes, alkoxydes et peroxydes (Hodek *et al.*, 2002) ; soit par chélation des métaux (le fer et le cuivre) qui sont d'importance majeure dans l'initiation des réactions radicalaires ; soit par l'inhibition des enzymes responsables de la génération des radicaux libres (Van Acker *et al.*, 1996 ; Benavente-Garcia *et al.*, 1997).

Ils jouent un rôle très important dans le traitement du diabète (inhibant l'aldose réductase), de la goutte (inhibant la xanthine oxydase), des inflammations (inhibant la lipooxygénase, la phospholipase et la cyclooxygénase), des hépatites, des tumeurs, de l'hypertension (quercétine), des thromboses (flavonols), des allergies et des affections bactériennes et viraux (anti-HIV) (Anderson *et al.*, 1996 ; Cowan, 1999 ; Yao *et al.*, 2004). Mais, on attribue également aux flavonoïdes des propriétés neurosédatives, antispasmodiques, diurétiques, anti-œstrogènes (isoflavones), contre la sénescence cérébrale et ses conséquences telle l'altération.

1 Objectif :

Notre travail a pour objectif l'étude de caractéristiques physico-chimique de six lignées de haricot.

2 Matériels et méthodes

2.1 Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est constitué de 6 lignées d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L) fournit par l'équipe des légumineuses alimentaires de L'INRAA de Sidi Bel Abbés (tableau n°6)

Parmi ces lignées se trouvent ceux qui sont collectées auprès des agriculteurs tel que le haricot blanc de Ain Témouchent et le petit haricot noir d'Adrar et les autres ils sont introduits de France. Le haricot blanc d'AinTémouchent sera considéré comme témoin.

Les lignées d'haricot sont issues de la sélection participative au niveau de l'INRA, adaptés et cultivées dans la région de l'ouest caractérisé par un climat semi-aride .

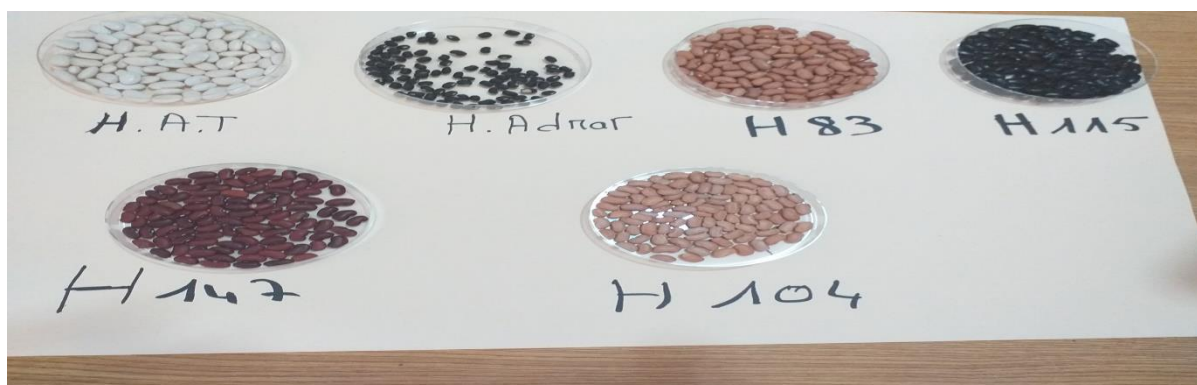


Tableau N°6 : La liste des lignées d'haricot étudiées et leurs origines.

N°	Lignées	Origine	Couleur de la graine et calibre
1	Ain Témouchent	Locale d'AinTémouchent	Blanche, gros calibre
2	115	Introduit de France	Noir, gros calibre
3	83	Introduit de France	Marron claire ,gros calibre
4	147	Introduit de France	Marron foncée , gros calibre
5	104	Introduit de France	Rose claire , gros calibre
6	Adrar	Locale d'Adrar	Noir , petit calibre

2.2 Les méthodes d'analyses :

Les analyses effectuées dans le cadre de cette étude ont été réalisées au niveau du laboratoire de INRAA de sidi bel abbés et au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de la faculté SNV de l'université de sidi bel abbés.

3 Les analyses effectuées au niveau du laboratoire de l'INRA :

3.1 Le taux de germination :

Le taux de germination est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graine. Pour chaque variété, les graines au nombre de 10 sont mises à germer dans des boites a pétri sur du coton imbibé d'eau. Les boîtes sont mises à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de 25°C. La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine .Le calculer de nombre des graines germées s'effectue d'une manière quotidienne.



3.2 La cinétique de la germination :

Le nombre de graines germées a été compte quotidiennement jusqu'au 7^{ème} jour de l'expérience et cela va nous permettre d'étudier la vitesse de germination de chaque lignée.



3.3 Le taux de gonflement :

Il permet d'avoir une idée sur l'absorption de l'eau par la graine. Après avoir pesés les trois graines d'haricot grâce à une balance analytique de précision, nous les trempons dans 40 ml d'eau pendant 24h. Une autre pesée a été faite après gonflement des graines.

Le calcul de la capacité d'hydratation est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Capacité d'hydrations} = \frac{\text{poids des graines après trempage} - \text{poids des graines avant trempage}}{\text{Nombre des graines}}$$



3.4 Le poids de 100 graines :

Le poids de 100 graines est une variable déterminante du rendement. C'est un critère plutôt agronomique qui rend compte de la bonne formation et alimentation des grains et oriente essentiellement sur la densité de semis. Il sert à déterminer le calibre des grains. Grâce à une balance de précision nous avons pesé 100 graines d'haricot pour chaque lignée étudiée.



4 Les analyses effectuées au niveau du laboratoire de biochimie

4.1 Le dosage d'humidité :

Tout d'abord une élimination des impuretés manuellement telles que les graines brisées et les matières étrangères est nécessaire avant de commencer toute opération. Ensuite les graines sont décortiquées manuellement à l'aide d'un mortier et broyées dans un broyeur approprié de façon à obtenir la mouture la plus fine possible avec des conditions ne provoquant ni perte d'huile, ni perte sensible d'humidité. L'opération doit être faite sans échauffement.

Cette analyse permet de calculer le taux d'humidité par perte de poids à la dessiccation.

Le M1 est le poids de la nacelle contenant 5g de farine d'haricot après l'avoir déposé dans l'étuve CHOPIN à 130C° pendant 1h30mn.

Le M2 représente le poids après refroidissement de la nacelle dans le dessiccateur à l'abri de l'humidité ambiante pendant 20mn.

Cette procédure a été réalisée pour chacune des 6 lignées de haricot étudiées.

Le taux d'humidité est exprimé selon la formule suivante :

$$H\% = 100 * ((M1 - M2) / m)$$

m : 5g de farine humide

M1 : nacelle +5 g de farine humide

M2 : pesage de la nacelle à froid sèche (après dessiccation)

H% : taux d'humidité



Matériel utilisée dans le dosage d'humidité



Refroidissement de nacelles
dans un dessiccateur



Farine de haricot

Résultats et discussion

4.2 Poids de 100 grains :

Le poids de 100 grains des 6 lignées de haricot étudiées est présenté dans la figure suivante :

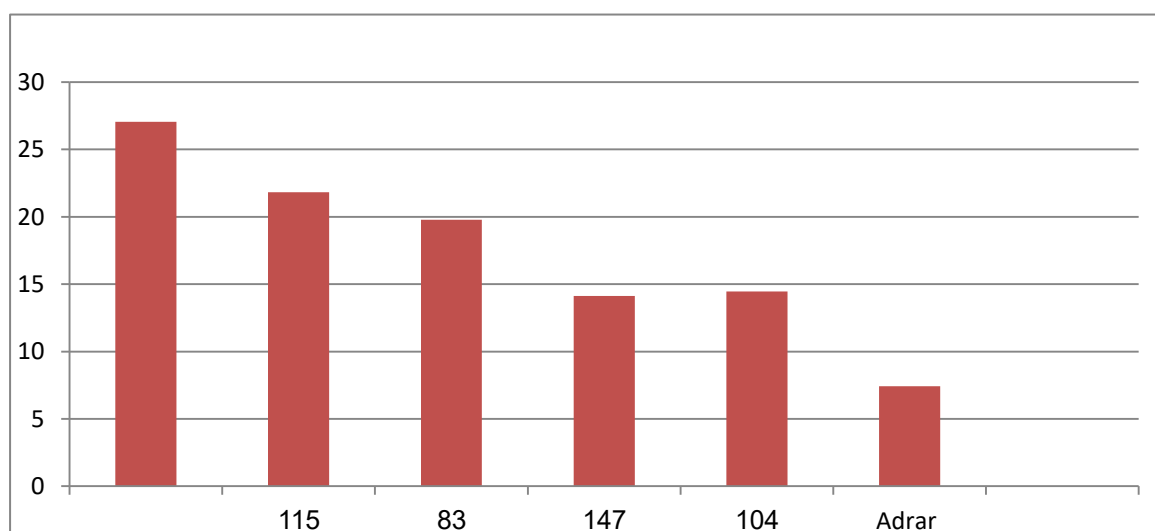


Figure 5 : le poids de 100 graines de 6 lignées de haricot étudiées

Les résultats obtenus montrent que le poids de 100 graines varie de 7,43 à 27,04g.

La totalité des lignées ont un poids intéressant à l'exception de la lignée d'Adrar qui est caractérisée par un petit calibre (7,43g).

Le Haricot de Ain Témouchent présente le poids de cent grains le plus élevée qui est estimé à 27,04 g suivie par la lignée 115 avec une valeur de 21,81g. Ces deux lignées sont considérées comme les plus intéressantes du point de vue calibre. Les lignées 83, 104 et 147 ont aussi un bon calibre estimé respectivement à 19,78g, 14,46g et 14,12g. (Voir le tableau n°1 en annexe).

4.3 Taux de germination :

Les résultats présentés dans le tableau correspondent aux valeurs moyennes du taux de germination cumulés durant 8 jours pour les graines étudiées. La figure 6 représente le taux de germination des 6 lignées de haricot.

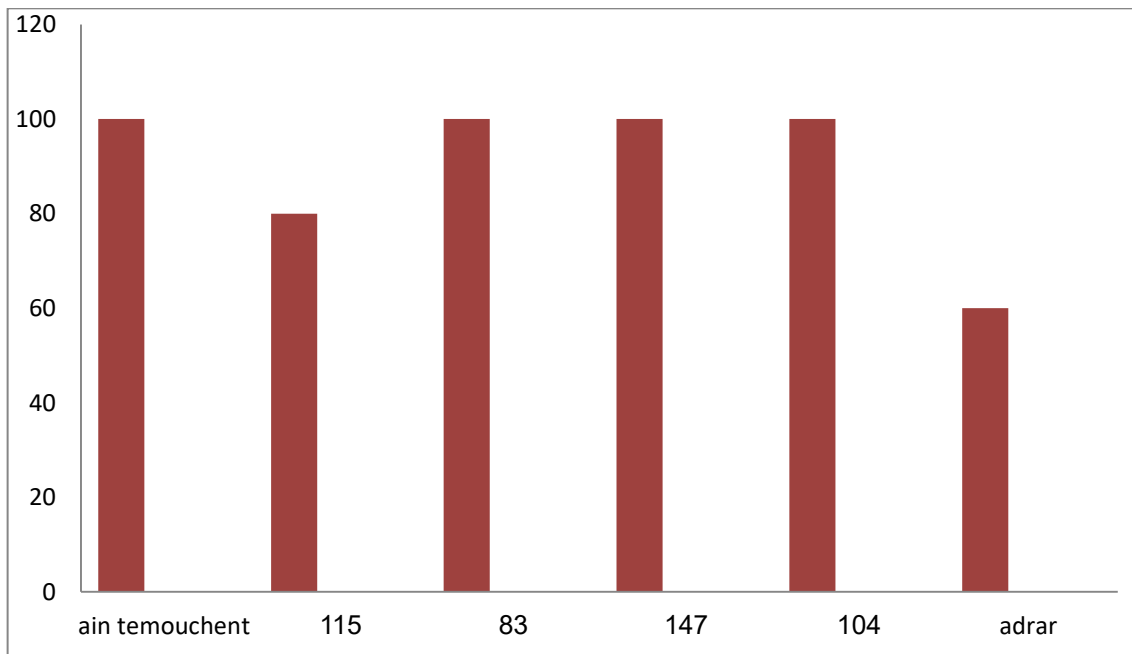


Figure 6 : le taux de germination de 6 lignées de haricot

Selon la figure ci-dessus, la majorité des lignées ont atteint un taux de germination de 100% à l’exception des deux lignées qui sont le haricot d’Adrar et le haricot 115 dont le pouvoir germinatif est respectivement 60% et 80%. Ces deux lignées sont caractérisées par la couleur noire de leurs graines.

4.4 Cinétiques de germination de 6 lignées étudiées d’haricot :

La vitesse de germination des 6 lignées de haricot étudiées est présentée par la figure 7.

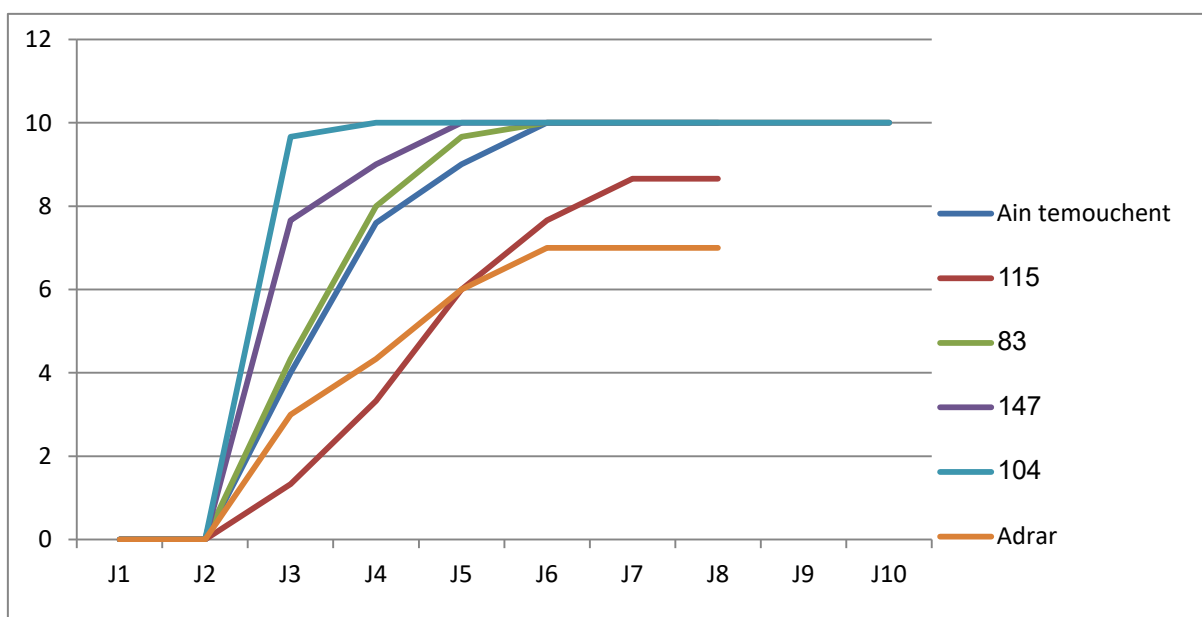


Figure 7 : cinétique de germination de 6 lignées étudiées d'haricot.

Les résultats indiquent que toutes les lignées commencent à germer au deuxième jour. Nous avons remarqué que la vitesse de germination est différente d'un génotype à un autre, le plus grand nombre des graines germées est constaté aux 4^{ème} et 5^{ème} jours chez les lignées de AinTémouchent, 147, 83 et 104. Celle qui a enregistré le nombre maximum dès le troisième jour est la lignée 104 avec un taux de 90%. Certaines lignées présentent une vitesse de germination plus rapide que d'autres telle que 147 et 104. Elles atteignent un taux de germination de 100% par rapport aux autres lignées à partir du 5^{ème} jour. Les lignées les plus tardives sont la 115 et celle d'Adrar.

4.5 Taux de gonflement :

La figure 8 présente les résultats obtenus du taux de gonflement des 6 lignées d'haricot

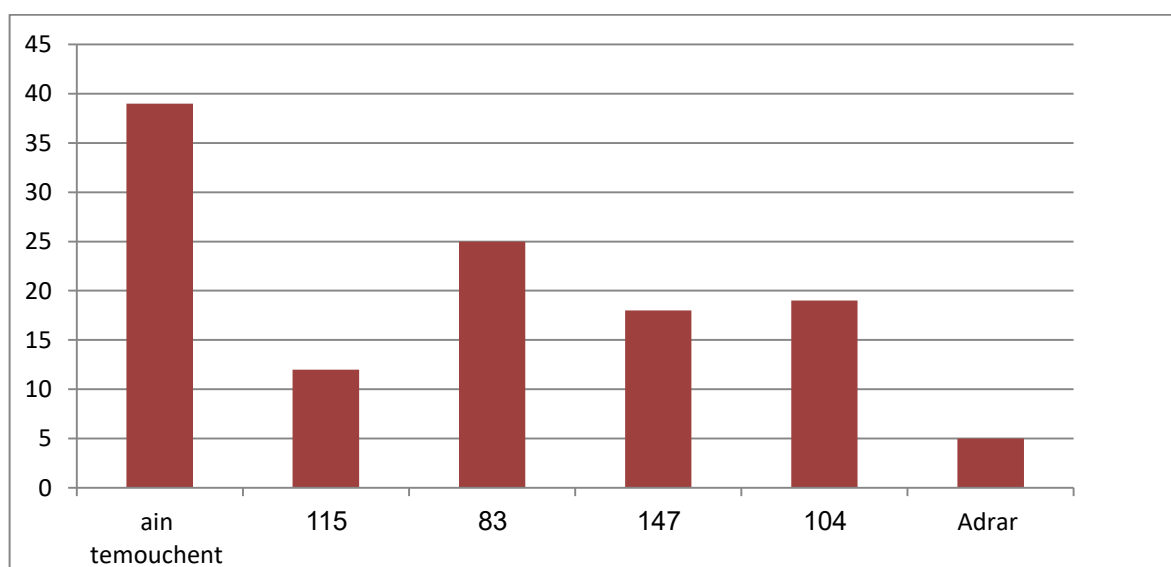


Figure 8 : taux de gonflement des lignées étudiées de Haricot

La variation du taux de gonflement durant 24h et qui sont illustrés dans la figure 8 montre que la lignée Ain Témouchent possède le taux de gonflement le plus important suivi par 83. Concernant les lignées suivantes : 104, 115 et 147 le taux de gonflement varie entre 12% et 19% par contre la lignée d'Adrar présente la valeur la plus faible par rapport aux autres avec un taux de 5%. (voir annexe Tableau n°4)

4.6 Taux d'humidité :

La figure 9 présente l'ensemble des résultats de la teneur en eau des lignées de haricot

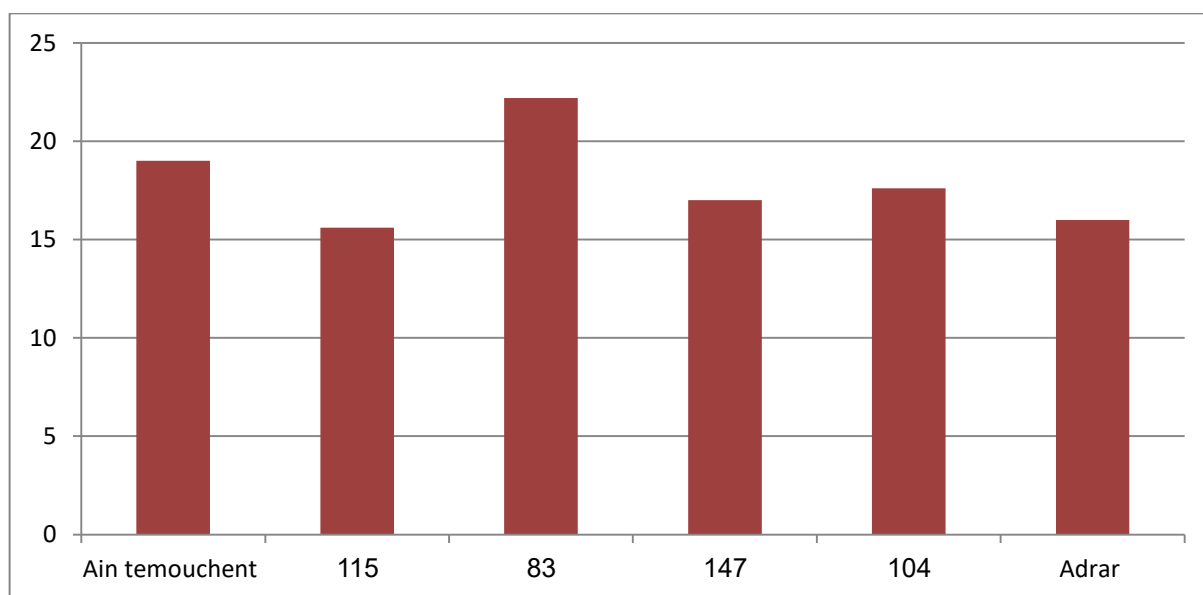


Figure 9 : la teneur en eau des lignées étudiées de haricot

Il ressort des résultats que de toutes les lignées étudiées présente une humidité ne dépassant pas le pourcentage 23% .

La lignée d'haricot 83 possède le taux d'humidité le plus élevé avec la valeur de 22,2% suivie par la lignée d'Ain Temouchent avec une valeur de 19%.

Concernant les lignées 104 et 147, ils possèdent un taux d'humidité qui est 17,6% et 17% .

Les lignées qui ont enregistré le plus faible taux d'humidité sont 115 et Adrar. (tableau n°5 annexes)

Conclusion

A travers ce memoire de fin etude nous avons effectué une expérimentation sur une espece de famille des fabacées en particulier le **Haricot commun** (*Phaseolus vulgaris L.*), notre etude a concerné un travail effectué au laboratoire de l' INRA sur la grain et lautre partie sur les analyses de la farine au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de l'université sur six lignée de **Haricot commun** les résultats obtenus sont les suivants :

- L'etude de la germination des grains de (*Phaseolus vulgaris L.*) a montre que la majorité des lignées ont données des meilleurs résultats de germination(100%) ce qui explique que ces six lignée ont un bon pouvoir germinatif .
- La lignées haricot AIN Temouchent presente le poids de cent grains le plus élevé avec un valeur de 27,04 g et taux de gonflement très intéressant 39%.
- La teneur en eau chez la lignée d'haricot 84 est supérieure par rapport aux autres lignées étudiées avec une valeur de 22,2% suivie par la lignée de AIN Temouchent avec une valeur de 19%.

Annexes

Tableau n°1 : poids de 100 graines d'haricot étudié

	Lignée	Poids de 100 graines /gramme
V1	Ain t'émouchent	27,04
V2	115	21,81
V3	83	19,78
V4	147	14,12
V5	104	14,46
V6	Adrar	7,43

Tableau n°2 : la germination des lignées d'haricot étudiée

Jour Ligné e	J1			J2			J3			J4			J5			J6			J7		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
V1	0	0	0	0	0	0	4	6	2	8	9	6	10	9	8	10	10	10	10	10	10
V2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	5	1	4	9	4	5	10	6	7	10	8	8
V3	0	0	0	0	0	0	2	4	7	6	9	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10

V4	0	0	0	0	0	0	8	10	5	9	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V5	0	0	0	0	0	0	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V6	0	0	0	0	0	0	2	4	3	3	5	5	5	6	7	6	7	8	6	7	8

Tableau N°3 : poids des graines des six lignées de haricot après absorption d'eau

lignée	Répétition 1			Répétition 2			Répétition 3		
	Poids Sec	Poids après 24H	Poids après 48H	Poids Sec	Poids après 24H	Poids après 48H	Poids sec	Poids après 24H	Poids après 48H
V1	0,32	0,70	0,73	0,32	0,76	0,80	0,22	0,53	0,58
V2	0,17	0,39	0,56	0,25	0,33	0,55	0,25	0,30	0,41
V3	0,21	0,48	0,50	0,30	0,62	0,65	0,14	0,30	0,30
V4	0,15	0,36	0,37	0,12	0,29	0,29	0,15	0,33	0,34
V6	0,09	0,15	0,16	0,07	0,14	0,15	0,06	0,08	0,09

Tableau n°4 : taux de gonflement

Lignée	Poids sec	Poids après 24h	Poids après 48H	Taux de gonflement
V1	0,28	0,67	0,70	0,39
V2	0,22	0,34	0,50	0,12
V3	0,21	0,46	0,48	0,25
V4	0,14	0,32	0,33	0,18
V5	0,16	0,35	0,37	0,19
V6	0,07	0,12	0,13	0,05

Tableau n°5 : taux d'humidité

Répétition	Capsule vide		Capsule + échantillon avant déshydratation		Capsule +échantillon après déshydratation		Taux d'humidité (%)
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
V1	26,10	26,35	36,08	36,36	35,12	35,42	2,6
V2	26,53	26,46	36,52	34,71	35,66	34,00	2,19
V3	25,85	26,42	35,84	36,45	34,98	35,63	2,35
V4	25,84	26,41	35,79	36,38	34,93	35,53	2,35
V5	26,29	26,45	36,28	36,48	35,41	35,60	2,41
V6	26,35	26,44	36,36	36,47	35,56	35,67	2,19



Etuve



Germination



Nacelle



balance analytique de précision

Reference bibliographique

- **Adams NW, Coyne DP, Davis JHC, Grahaivi PM, Francis C.A.** 1985. Commun bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in summerfield, grain legume crop, collins, London. 433-476 PP.
- **Ali, S.S., Kasoju, N., Luthra, A., Singh, A., Sharanabasava, H., Sahu, A., Bora, U. (2008).** Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Res Int*, 41: 1–15.
- **Anderson, C.M., Hallberg, A., Hogberg, T. (1996).** Advances in development of pharmaceutical antioxidants. *Adv. Drug. Res*, 28 : 65-180
- **Aruoma, O. I. (1998).** Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J. Am. Oil Chem. Soc*, 75: 199–212.
- **Aurousseau, B. (2002).** Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage : conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRA Prod. Anim*, 15 (1): 67-82.
- **Bahorun, T. (1997).** Substances naturelles actives : La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food. Agric. Res. Council, Réduit, Mauritius*, 83-94.
- **Baudouin, J.P., Vanderborght, T., Kimani, P.M. et Mwangombe, A.W. (2001).** Légumes à grains : Haricot, Q Agriculture en Afrique Tropicale. Bruxelles. 337 – 355 .
- **Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Marin, F.R., Ortuno, A., Del Rio, J.A. (1997).** Uses and properties of *Citrus* flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 45 : 4505–4515.
- **Bolton, J. L., Trush, M. A., Penning, T. M., Dryhurst, G., & Monks, T. J. (2000).** Role of quinones in toxicology. *Chem. Res. Toxicol*, 13: 135.
- **Bossokpi, I.P.L. (2002).** Etude des activités biologiques de *Fagara xanthoxyloides* LAM (Rutaceae). *Thèse de pharmacie, Bamako*, p 133.
- **Bravo, L. (1998).** Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*. 56 (11): 317-333.
- **Bruneton, J. (1993).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 2^{ème} édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.
- **Cannon, S. (2008).** Chapitre 3 : Legume comparative genetics Chemiluminescence Method. *AAPS Pharm Sci*, 5 (2) : 1-5.
- **CNSA/MARNDR. 2012.** Evaluation de la campagne agricole de Printemps 2012. conséquence sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits. *INRA? The Lancet*, 344 (8924): 721-724.

- **Cook, N.C., Samman, S. (1996).** Flavonoids: chemistry, metabolism, cardioprotective effects and dietary sources. *J.Nutr Biochem*, 7(2): 66-76.
 - **Cowan, M.M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re*, 12(4): 564-582.
 - **Crozier, A., Clifford, M.N. et Ashihara, H. (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. (Eds.), Wiley-Blackwell, Oxford. 1-19.
- Chung, K., Wong, T.Y., Wei, C., Huang, Y., Lin, Y. (1998). Tannins and human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 38: 421-464.
- **Dangles, O., Stoeckel, C., Wigand, M.C. et Brouillard, R. (1992).** Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Letter*. 33: 5227-5230.
 - **Debouck DG. 1999.** Diversity in Phaseolus species in relation to the common bean. In: Singh, S.P. (ed.) Common bean improvement in the twenty-First century. Kluwer
 - **Dewick, P.M. (1995).** The biosynthesis of shikimate metabolites. *Natural Product Reports*. 12:579-607.
 - **Djeugap, F.J., Mefire, M.h., Nguéfack, J. N., Gueguim, M. et Fontem, D.A. (2014).** Effet variétal et du traitement fongicide sur la sévérité de la maladie des taches angulaires et le rendement du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à l'Ouest-Cameroun. *International Journal of Biological and chemical sciencse*. 8(3): 1221-1233.
 - **Doyle, J.J. (1994).** Phylogeny of the legume family: an approach to understanding the origins of nodulation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **25**: 325-349.
 - **Druyne, T. (1999).** Condensed vegetable tannins: biodiversity in structure and biological activities. *Biochemical Systematics and Ecology*. 27 (4): 445-459.
 - **Edenharder, R., Grünhage, D. (2003).** Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res*, 540: 1-18. en HAÏTI. Rapport spécial. 61 p.
 - **F.A.O. 2004.** Food and Agricultural Organization of the United Nations. State of World Fisheries and Aquaculture. Rome.
 - **FAO/PAM. 2010.** Mission d'évaluation de la récolte et de la sécurité alimentaire

- **Favier, A. (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 108-115.
- **Fleeger, J.L. et Flipse, I.J. (1964).** Metabolism of bovine semen XIII. Malonic acid metabolism by bovine spermatozoa. *Journal of Dairy Science*. 47 (5): 535-538.
- **Fleuriet, A., Jay-Allemand, C. et Macheix, J-J. (2005).** Composés phénoliques des végétaux, un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes*. 121-216.
- **Fortin, J. (1996).** Le guide des aliments. (Eds.), Québec Amérique Inc, Canada.137-139.
- **Fyad Lameche, F. Z. (2007).** Les Légumineuses ou Fabacées. Cours présentés à la faculté des Science. Département de Biotechnologie. Université d'Oran Es-senia. Algérie.
- **Georgetti, S.R., Casagrande, R., Di Mambro, V.M., Azzolini Ana, E.C.S., Fonseca Maria, J.V. (2003).** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the Chemiluminescence Method. *AAPS Pharm Sci*, 5 (2) : 1-5.
- **Gepts P, Debouck D.** 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). p. 7-53. In A. van Schoonhoven and O. Voysest (ed.) Common 112 beans: Research for crop improvement. C.A.B. Intl., Wallingford, UK and CIAT, Cali, Colombia.
- **Gepts P, Osborn, TC, Rashka K, Blis FA.** 1986. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. *Econ. Bot.* 40, 451-468.
- **Gordon A, Rose L E, Allen R L, Armstrong MR.** 2004. Differential recognition of highly divergent downy mildew avirulence gene alleles by RPP1 resistance genes from two Arabidopsis lines. *Plant Cell* 17:1839–50.
- **Halliwell, B. (1994).** Free radicals, antioxidant and human disease: curiosity, cause or consequence? *The Lancet*, 344 (8924): 721-724.
- **Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. (1990)** Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol*, 186: 1-85.
- **Harvestplus. 2012.** Meilleures cultures, meilleure alimentation. 4 p.
- **Haslam, E. (1996).** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *J. Nat Pro*, 59: 205 215.

- **Havsteen, B.H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Therapeut*, 96: 67– 202
- **Hennebelle, T., Sahpaz, S., Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1: 3-6.
- highly divergent downy mildew avirulence gene alleles by RPP1 resistance genes from two Arabidopsis lines. *Plant Cell* 17:1839–50.
- **Hodek, P., Trefil, P., Stiborova, M. (2002).** Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chem. Biol. Interact*, 139: 1–21.
- **Hopkin, W.G. et William, G (1995).** Physiologie végétale. De Boeck Supérieur, Bruxelles. 278-280.
- **Hubert P. 1978.** Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des
- *Intern Med*, 123: 860.
- **J.V. (2003).** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the
- **Jha, P., Flather, M., Lonn, E., Farkouh, M., Yusuf, S. (1995).** The antioxidant vitamins and cardiovascular disease. A critical review of epidemiologic and clinical trial data. *Ann. Intern Med*, 123: 860.
- **Kaplan, L. (1981).** What is the origin of the common bean?. (Eds.) , *Eton Botanique* . 19: 358-368 .
- **Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C., Abdelly. C. (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant. Physiol Bioch*, 45: 244-249.
- **Kolesnikov, M.P., Gins, V.K. (2001).** Phenolic substances in medicinal plants. *Appl.*
- **Landis, G.N., Tower, J. (2005).** Superoxide dismutase evolution and life span regulation. *Mech. Ageing Dev.* 126: 365–379.
- **Lee, G.-J, Wu, X., Shannon, J. G., Sleper, D. A. and Nguyen, H. T. (2007).** Chapter 1: Soybean. *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants Oilseeds*, Volume 2: 1-53.
- **Lee, K.W., Hur, H.J., Lee, C.Y. (2005).** Antiproliferative effects of dietary phenolic substances and hydrogen peroxide. *J. Agric. Food Chem*, 53 : 1990-1995.
-
- **Leong, LP., Shui, G. (2002).** An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chem*, 76: 69-75.

- **Mehinagic, E., Bourles, E. et Jourjon, F. (2011).** Composés des fruits d'intérêt nutritionnel: impact des procédés de transformation sur les polyphénols. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 43 (6): 364–368.
- **Merabet, C. (2007).** Diversité et rôle des rhizobia des régions salées et arides d'Algérie. Thèse de Doctorat, Université d'Oran.
- **Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2008:** Botanique Biologie et physiologie végétales. 2^{ème} édition. Maloigne.p: 49-51.
- **Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C. (2000).** The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacol Rev*, 52: 673-839
- **Mortensen, A., Skibsted, L.H., Truscott, T.G. (2001).** The interaction of dietary carotenoids with radical species, *Arch. Biochem. Biophys*, 385 (1) : 13–19.
- **Mukohata, Y., Nakabayashi, S., & Higashida, M. (1978).** Quercetin, an energy transfer inhibitor in photophosphorylation. *FEBS Lett*, 85: 215– 218.
- **O'Kennedy, R., and Thornes, R.D. (ed) (1997).** Coumarins: Biology, Applications and Mode of Action. John Wiley & Sons Inc. New York. N.Y.
- **Nijveldt, R. J., Nood, E., Hoorn, D. E., Boelens, P. G., Norren, K., Leeuwen, P. (2001).** Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin Nutr*, 74 : 418–425.
- **Pryor, W.A. (2000).** Vitamin E and heart disease: basic science to clinical intervention trials, *Free Rad. Biol. Med*, 28: 141–164.
- **Rahman, I. (2002).** Oxidative stress and gene transcription in asthma and chronic obstructive pulmonary disease: antioxidant therapeutic target. *Curr Drug Targets Inflamm Allergy*, 1(3) : 291-315
- **Rahman, I., Biswas, S.K., Kirkham, P.A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem Pharmacol*, 72: 1439-1452.
- **Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., Satayavivad, J. (2007).** Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruits extract. *Food Chem. Toxicol*, 45: 328-336. relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Rad. Biol. Med*, 20: 933–956.

- **Renard S., Goffork J.P., Frankinet. (2007):** Optimisation de l'efficience de l'azote dans les rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les dossiers de la recherche agricoles.
- **Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M., Pridham, J.B. (1995).** The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic Res*, 22(4): 375-83.
- **Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. (1996).** Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Rad. Biol. Med*, 20: 933–956.
- **Scalbert, A. (1991).** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30: 3875-
- **Simon, J-P. (2005).** Plantes utilisées par l'Homme : *chapitre 11 les legumineuses*. Préparés pour le département de Sciences biologiques. Université de Montréal.
- **Singh SP. 1999.** Improvement of small-seeded race Mesoamerica cultivars. In: Singh, S.P. ed. Common bean improvement in the twenty first century. Kluwer Academic Publishers. Growing on freely drained soils of pH 6.5 in northern Tanzania. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23, 787-792.
- **Smith, A.R., Shenvi, S.V., Widlansky, M., Suh, J.H., Hagen, T.M. (2004).** Lipoic acid as a potential therapy for chronic diseases associated with oxidative stress. *Curr. Med. Chem*, 11: 1135– 1146.
- **Smith, M. A., Perry, G., Richey, P. L., Sayre, L. M., Anderson, V. E., Beal, M. F., et al. (1996).** Oxidative damage in Alzheimer's [letter]. *Nature*, 382: 120.
Structure and Role in the Human Diet. (Eds.), Wiley-Blackwell, Oxford. 1-19.
Substances and hydrogen peroxide. *J. Agric. Food Chem*, 53 : 1990-1995.
- **Svoboda, K.P., Hampson, J.B. (1999).** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr ,Scotland, UK., KA6 5HW.
- **Tsimogiannins, D.I., Oreopoulou, V. (2006).** The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.
- **USAID. 2010.** USAID Office of Food for Peace Haiti Market Analysis. 318 p.
- **Valdés, S.T., Coelho. C.M.M., Michelluti, D.J., Cardoso, G. et Tramonte, V.L. (2011).** Association of genotype and preparation methods on the antioxidant activity, and antinutrients in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*. 44: 2104-2111

- **Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M., Mazur, M. (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem. Biol Interact*, 160: 1–40
- **Van Acker, S., van Balen, G.P., van den Berg, D.J., van der Vijgh, W.J.F. (1996).** Influence of iron chelation on the antioxidant activity of flavonoids. *Biochem. Pharmacol*, 56 :935– 943.
- **Van Antwerpen, P. (2006).** Contribution à l'étude du pouvoir antioxydant de divers agents d'intérêt thérapeutique: Ciblage du système myeloperoxydase / peroxyde d'hydrogène /chlorure. *Thèse de doctorat en Sciences Pharmaceutiques*, Académie universitaire Wallonie-Bruxelles.
- **Viot, S. (2004).** Les petites protéines de stress et leur rôle dans la mort cellulaire. Etude de leur fonction chaperon à travers l'exemple de la mutation R120G de l' $\alpha\beta$ -crystalline. *Thèse de doctorat*, Université Claude Bernard-Lyon 1.
- **voboda, K.P., Hampson, J.B. (1999).** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.
- **Walker, J.E.M., Saraste, M.J., Runswick and N.J.Gay. (1982).** Distantly related sequences in the alpha-and beta-subunits of ATP synthase, myosin, kinases and other ATP-requiring enzymes and a common nucleotide binding fold. *Embo J*, 1 (8) : 945-51
- **Wortmann CS, Kirkby R.A, Eledu C A, Allen D.J. 1998.** Atlas of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Production in Africa. CIAT, Cali, Colombia.
- **Yao, L.H., Jiang, Y.M., SHI, J., Tomas-Barberan, F.A., Datta, N., Singanusong, R., Chen,S.S. (2004).** Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant. Food Hum. Nutr*, 59 : 113-122.
- **Yoshida, H., Ishikawa, T., Hosoai, H., Suzukawa, M., Ayaori, M., Hisada, T., et al. (1999).** Inhibitory effect of tea flavonoids on the ability of cells to oxidize low density lipoprotein. *Biochem Pharmacol*, 58 : 1695–703.
- **Zhang, Y., Vareed, S.K., Nair, M.G. (2005).** Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. *Life Sci*, 76: 1465-1472.
-